

高指向性マイクロ LED に向けた GaN 六角錐台微小構造の作製

Fabrication of GaN micro hexagonal frustum for high directional μ -LED

産総研, °熊谷直人, 高橋言緒, Guangwei Cong, 王学論, 清水三聡

AIST, °N. Kumagai, T. Takahashi, G. Cong, X. -L. Wang, and M. Shimizu

E-mail: n.kumagai@aist.go.jp

[はじめに] 高い指向性を持つマイクロ LED 光源は高輝度、高精細、低消費電力ディスプレイなどへの応用が期待されている。これまで我々は波長オーダーサイズの円錐台構造の内部に微小光源を埋め込むと、エバネッセント光の結合により高い指向性を得られることを InGaAs/GaAs リッジ型 LED により実証した[1]。本研究では、GaN 系可視光指向性マイクロ LED の実現に向けて、基本となる GaN 六角錐台微小構造を作製したので報告する。

[実験] 本研究では、図 1 に示すように、MOCVD 選択成長法による角錐台型指向性マイクロ LED の一括形成を目指している。すなわち、まず、c 面成長が優位な条件で六角錐台構造の成長を行い、途中で InGaN 層を挿入する。その挿入場所により、InGaN 層の直径をマスク開口径（波長未満）以下の任意のサイズに制御する。GaN で InGaN 発光領域をキャップした後、横方向成長が優位な条件に切り替えて、エバネッセント光の結合効果の発現に必要な頂部サイズが波長オーダーの六角錐台を形成する。具体的には、c 面サファイア基板上 GaN テンプレートにマスクとして SiO₂ をプラズマ CVD で製膜し、電子線露光プロセスにより $\phi 200\text{nm}$ のマスク開口部を $2\mu\text{m}$ ピッチの三角格子状で設けた。これに MOCVD で GaN を 1 段階目として c 面成長が優位な条件 1020°C 、 760 Torr で成長し、その後に 2 段階目として、横方向成長が優位な高温・低圧な条件 1080°C 、 100 Torr にて成長した。この一連の成長を水素雰囲気、及び窒素雰囲気で行い、成長後に SEM 観察を行った。

[結果] 1 段目の成長において、水素雰囲気下ではエッチングが支配的になり構造が形成されず、窒素雰囲気下では図 2(a)に示すようなはパターン径よりも小さ底辺径 $\phi \sim 100\text{nm}$ 程度の六角錐台が形成された。2 段目の成長において、水素雰囲気下ではエッチング傾向が強く、1 段目の構造が崩れた一方、窒素雰囲気下では図 2(b)に示すように底部径 $\phi \sim 400\text{nm}$ の六角錐台構造の形成が確認された。窒素雰囲気下での成長により、指向性発光に必要な錐台微小構造の作製が可能であることを示した。

[1] X. -L. Wang *et al.*, Appl. Phys. Lett. **107**, 13112 (2015).

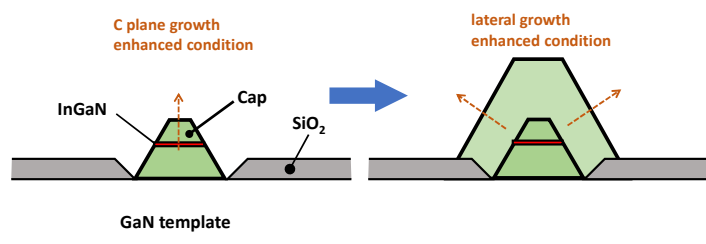


Fig.1 Schematic illustration of the formation of GaN/InGaN directional μ -LED by means of selective area growth

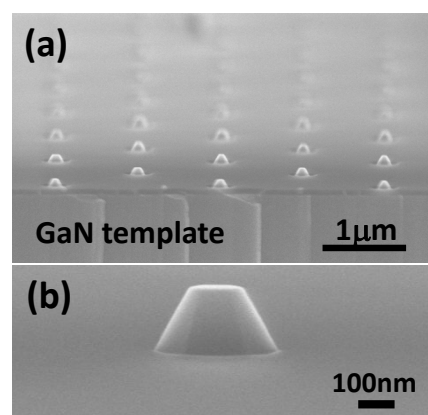


Fig. 2 SEM images of hexagonal frustums after (a) the first (a) and the second (b) growth step.